

参考資料3-1-2 ②機器・システム設計技術 発電所補助システム設計技術 (1/2)

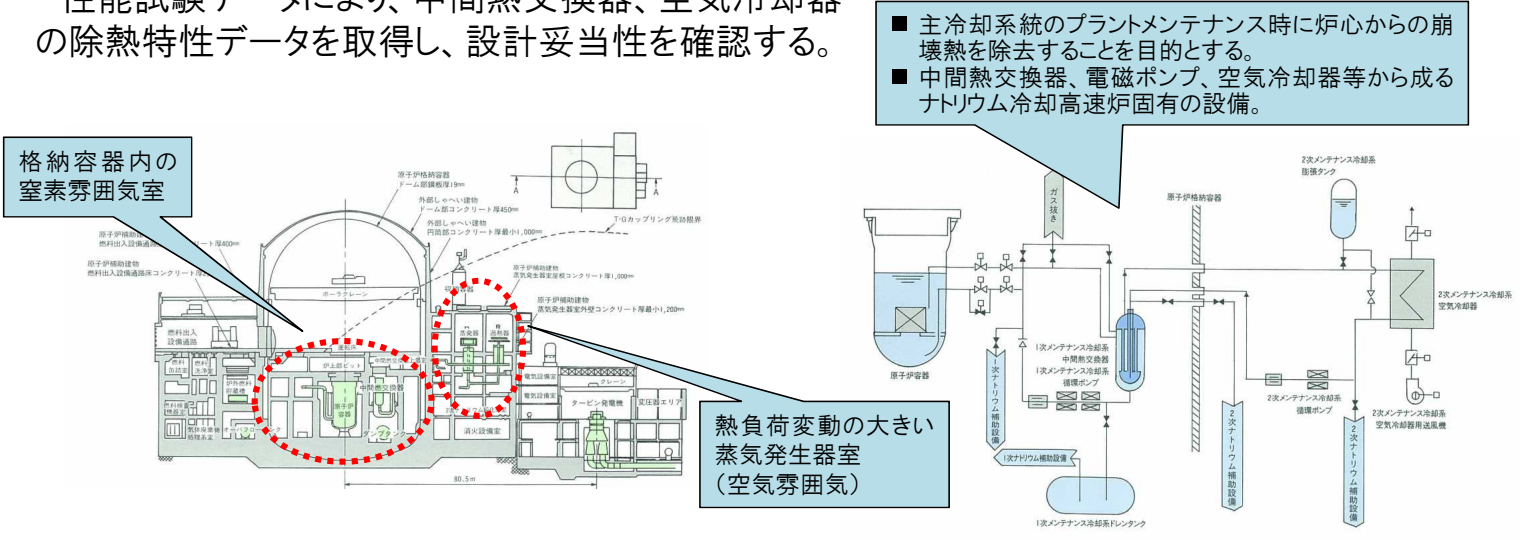
ループ型特有、又はFBRプラントに特有な換気空調設備及びメンテナンス冷却系設備について、設計妥当性確認、運用性実証、経年特性把握を行う。

① 換気空調設備設計評価

性能試験データにより、窒素雰囲気室及び熱負荷変動の大きい蒸気発生器室の室温データを取得し、換気空調設備の設計妥当性を評価する。

② メンテナンス冷却系設計評価

性能試験データにより、中間熱交換器、空気冷却器の除熱特性データを取得し、設計妥当性を確認する。



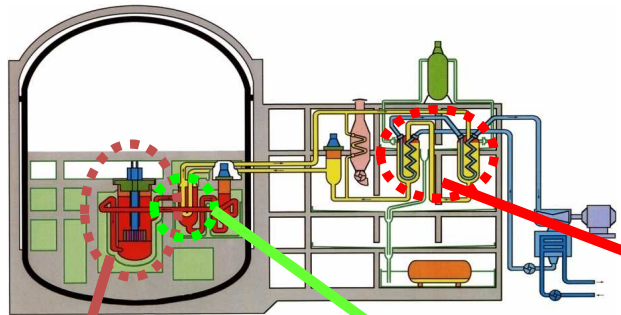
参考資料3-1-2 ②機器・システム設計技術 発電所補助システム設計技術 (2/2)

細目	性能試験	2Cy	3Cy	4Cy	5Cy ~9Cy	10Cy以降						
「もんじゅ」工程案 (検討の前提条件)	40%出力プラント確認試験 燃料交換 出力上昇試験第1サイクル	定期点検	第2サイクル 定期点検	第3サイクル 定期点検	第4サイクル 定期点検	第5点検 定期点検	第6点検 定期点検	第7点検 定期点検	第8点検 定期点検	第9点検 定期点検	第10点検 定期点検	...
① 換気空調設備設計評価					継続運転による長期的な運用性の実証							
プラント特性試験	窒素雰囲気室内温度室温データ取得、空調機器運転データ取得		換気空調設備の継続運転データ取得、設備の検査成績データ取得、定検時の雰囲気置換運用性実証									
設計時性能・機能評価	換気空調設備設計容量妥当性評価、室内機器の放熱量評価											
② メンテナンス冷却系設計評価					経年変化の監視							
プラント特性試験	メンテナンス冷却系設備運転データ取得		定検時における運転データ取得、定検成績データ取得									
設計時性能・機能評価	メンテナンス冷却系の除熱容量裕度評価、系統・機器の運用性評価											
期待される研究開発成果	②40%出力の計画停止時の試験結果に基づく除熱特性評価		①性能試験データに基づく設計妥当性確認 ②性能試験データに基づく設計妥当性確認		①定検時の雰囲気置換運用性実証 ①定検データに基づく設計妥当性評価		①、② ・継続運転による長期的な運用性の実証 ・初期故障分析による設計妥当性まとめ					

参考資料3-1-3 ③ナトリウム取扱技術

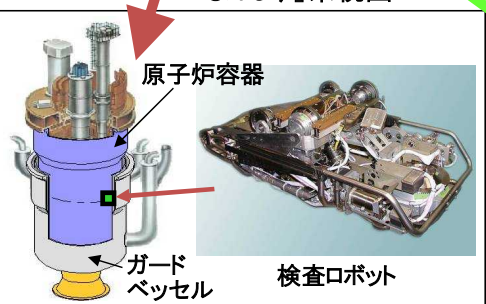
供用期間中検査(ISI)技術 (1/2)

開発整備しているループ型炉特有な検査技術を実機で適用し、信頼性や確実性向上を目指した開発を実施する。



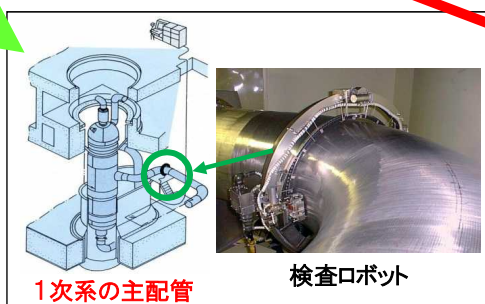
「もんじゅ」の原子炉容器、1次主冷却系配管および蒸気発生器伝熱管の供用期間中検査に用いる検査装置について、整備を終了した上で、保全計画に従い「もんじゅ」に適用し、高温・高放射線環境などを特徴とする高速炉機器のISI技術を開発する。

注) 蒸気発生器伝熱管ISI技術は、水系を有する大型ナトリウム施設でしか取得できず「もんじゅ」が最適。
原子炉容器や1次主配管用ISI技術の実証は、高放射線環境下である実機ループ型炉である「もんじゅ」でしか実施できない。



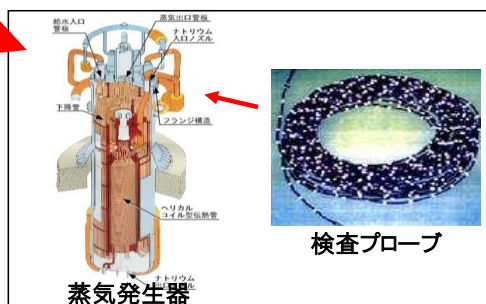
原子炉容器周り検査装置

- 特徴
- ・高温雰囲気(約200℃)
 - ・高放射線環境(最大10Sv/hr)
 - ・無軌道の狭隘(幅30cm)空間を自動走行など



1次主冷却系配管検査装置

- 特徴
- ・配管屈曲部(エルボ)の自動走行/検査
 - ・高放射線環境(配管への取付時間:目標5分以内)
 - ・カプラント(接触媒質)不要のタイヤ型超音波探触子など



蒸気発生器伝熱管検査装置

- 特徴
- ・強磁性体材料(蒸気器)
 - ・厚肉(3.5mm以上)
 - ・プローブの挿入が困難な長尺(約90m)かつ複雑形状の伝熱管 など

参考資料3-1-3 ③ナトリウム取扱技術

供用期間中検査(ISI)技術 (2/2)

細目	性能試験	2Cy	3Cy	4Cy	5Cy ~ 9Cy	10Cy以降
「もんじゅ」工程案 (検討の前提条件)	40%出力プラント確認試験 燃料交換 出力上昇試験 第1サイクル	定期点検 第2サイクル	定期点検 第3サイクル	定期点検 第4サイクル	定期点検 第5回 定期点検 第6回 定期点検 第7回 定期点検 第8回 定期点検 第9回	定期点検 第10回 ...
①原子炉容器ISI技術	モックアップ機能試験 検査装置の改良・改造	第1回定検ISI準備 ISI実施※	第2回定検ISI準備 ISI実施※	第3回定検ISI準備 ISI実施※	国際協力の可能性有り	
②1次主配管用ISI技術	点検・整備	※「もんじゅ」ISIの実施時期、実施頻度は検討中				
③蒸気発生器伝熱管用ISI技術	センサ/プローブ開発・改良 信号処理アルゴリズム開発 信号処理システムの改良・改造	検査装置の改良・高度化				
期待される研究開発成果			①~③ ISI実施(第1回定検で使用した装置分)	①~③ ISI実施(第2回定検で使用した装置分)	①~③ ・「もんじゅ」ISI経験のまとめ(検査精度、検査期間、コスト、技術的要点等) ・改良技術の開発成果、導入経験のまとめ	

参考資料3-1-3 ③ナトリウム取扱技術 ナトリウム管理技術(1/4)

1次系、2次系のナトリウム中の酸素、水素濃度や1次系配管・機器に付着する放射化物質(CP等)の挙動特性を実環境下でのデータとして取得し、ループ型高速増殖炉発電プラントのナトリウム管理技術を確立する。

ナトリウム純度確認のデータ

1次冷却系、2次冷却系のナトリウムをサンプリングし、ナトリウム中の不純物濃度を測定することで、腐食生成物発生 の主要因子である酸素濃度の運転データ及びトリチウムの移行分布の主要因子である水素濃度の運転データが取得できるとともに、ナトリウム中への不純物持込量やコールドトラップの純化効率の評価を行うことができる。実機規模でループ型としてのデータ取得は、「もんじゅ」のみである。

このデータは、将来炉での線源評価コードの適用性や検証、及びコールドトラップの設計、ナトリウム純度管理の運用基準を設定するために不可欠なデータである。

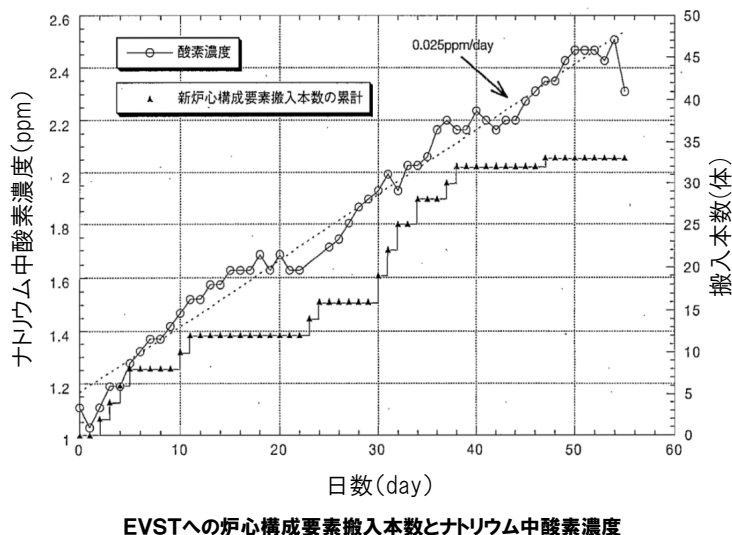
放射性物質挙動のデータ

1次冷却系内の放射性腐食生成物の分布、特に配管・機器表面への沈着分布に関するデータを得ることができる。また、1次系、2次系及び水・蒸気系のトリチウムを測定し、トリチウム分布に関するデータを得ることができるのは「もんじゅ」のみである。これらのデータを基に、計算コードの検証を通して解析評価手法の確立を図り、将来予測評価を行って被ばく低減化及びトリチウム管理の検討へ反映させることができる。

参考資料3-1-3 ③ナトリウム取扱技術 ナトリウム管理技術(2/4)

系統昇温による不純物溶出量や燃料交換に伴う不純物持込量評価

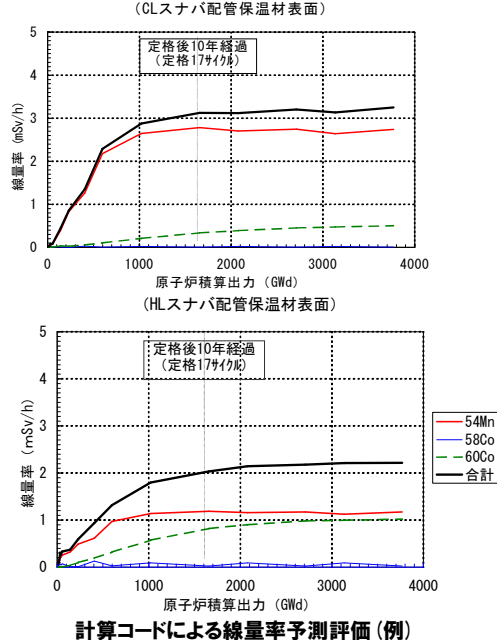
系統昇温時の配管機器表面からの不純物溶出量や燃料交換時等の不純物持込量をコールドトラップ温度及びプラグ温度により評価する。



1次冷却系放射性物質の挙動評価

放射性腐食生成物(CP)の配管沈着密度とこれらに起因する機器・配管周りの線量率を測定。

- ・計算コードの検証、解析評価手法の確立への反映
- ・点検・補修時における作業員の被ばく管理への反映



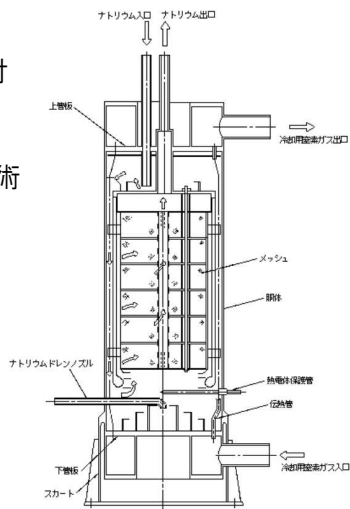
参考資料3-1-3 ③ナトリウム取扱技術 ナトリウム管理技術 (3/4)

ナトリウム純度管理、腐食生成物挙動のデータ取得

- ・系統昇温や燃料交換に伴う不純物持込量評価
- ・ナトリウム純化精製装置(コールドトラップ)の不純物純化効率(η)評価
- ・ナトリウム純度管理基準値評価のためのプラグング計温度及びサンプリング・分析による純度測定方法の検証

・従来型CTの再生方法検討

・廃棄物となるCTの減容技術の開発



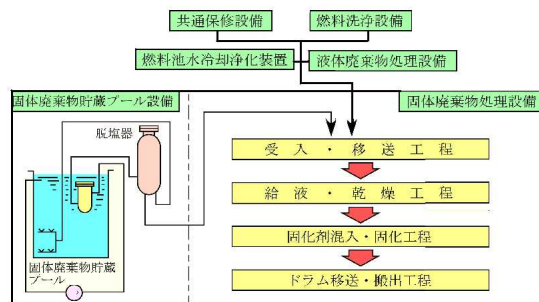
「もんじゅ」1次系CT構造

大型機器、燃料集合体等の洗浄データ等の蓄積

- ・CPを含んだ照射済燃料集合体洗浄廃液の減容固化技術評価
- ・大型ナトリウム機器等の洗浄処理技術評価
- ・点検、保守・補修に伴うナトリウム機器の開放・取り出し等の取扱方法検討
- ・洗浄系の系統除染の必要性検討
- ・定期検査への適用

これらの研究をもとに

・大型ナトリウム機器等洗浄処理技術の開発

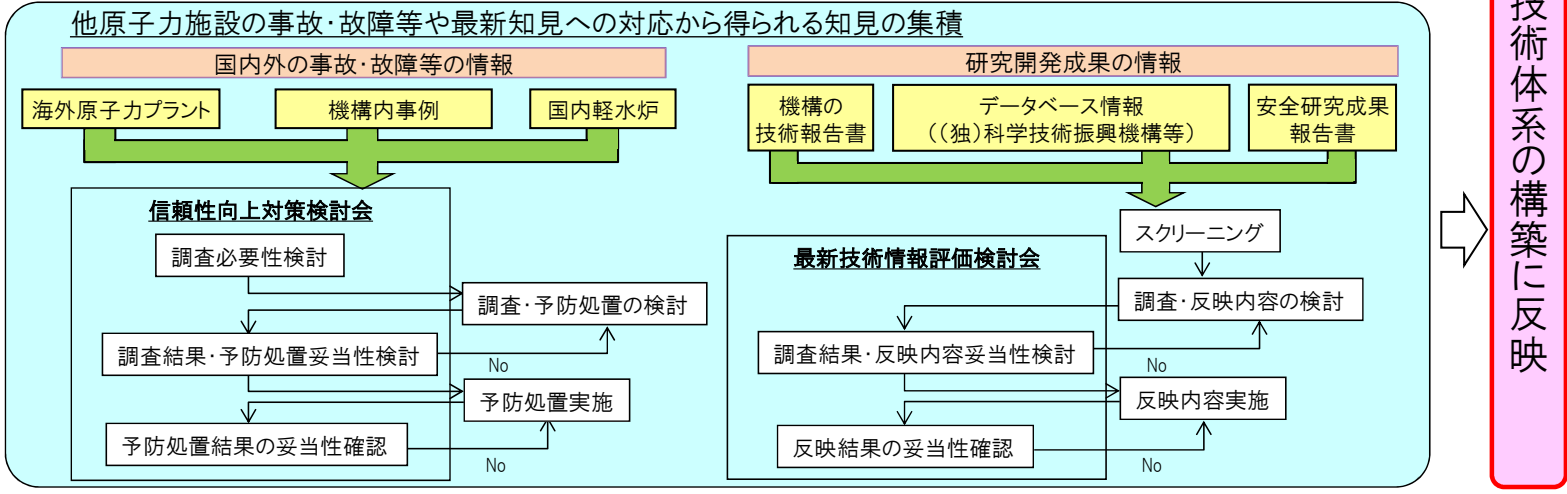
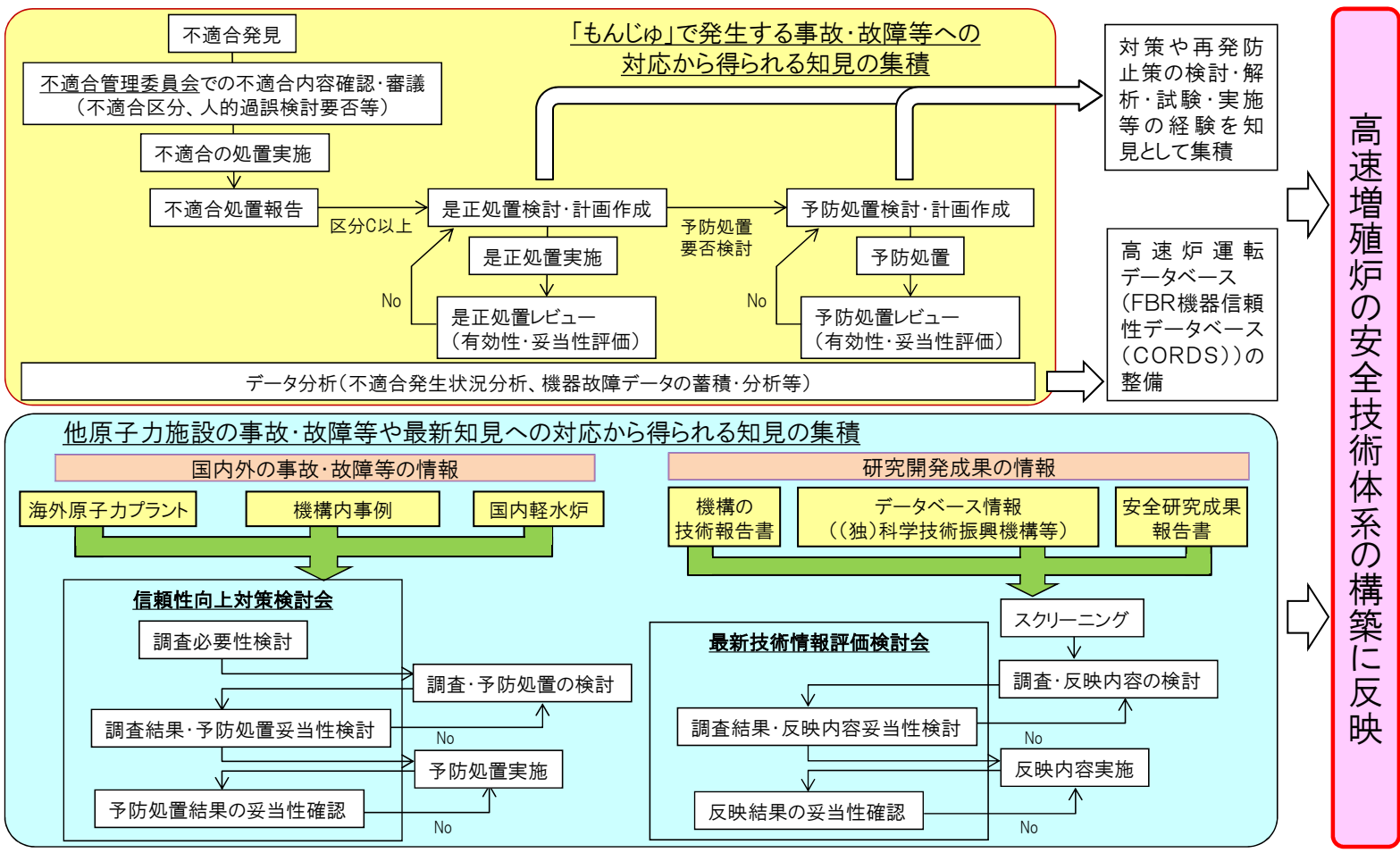


「もんじゅ」廃棄物処理系統

参考資料3-1-3 ③ナトリウム取扱技術 ナトリウム管理技術 (4/4)

細目	性能試験	2Cy	3Cy	4Cy	5Cy ~ 9Cy	10Cy以降																																	
「もんじゅ」工程案 (検討の前提条件)	40%出力プラント確認試験	燃料交換	出力上昇試験 第1サイクル	定期点検	第2サイクル	定期点検	第3サイクル	定期点検	第4サイクル	定期点検	第5サイクル	定期点検	第6サイクル	定期点検	第7サイクル	定期点検	第8サイクル	定期点検	第9サイクル	定期点検	第10サイクル	...																	
① ナトリウム純度管理技術の確立・高度化	起動準備・運転時のデータ取得										2次系コールドトラップ(CT)交換					1次系CT交換																							
② 放射性物質の冷却系内の移行挙動評価	起動準備・運転時のデータ取得										取得データによる解析コード検証・統合化										データ取得継続																		
③ ナトリウム蒸気管理技術	起動準備・運転時のデータ取得										ナトリウム蒸気等対応設計検証										1次・2次系ベータトラップ(VT)フィルタ交換																		
④ ナトリウム洗浄・処理技術	機器洗浄処理・燃料処理データの取得										洗浄方法等検討・評価					機器洗浄処理データの継続的蓄積					洗浄方法等検討・評価																		
期待される研究開発成果											④大型機器、燃焼燃料等の洗浄を通じた洗浄技術検証					①純度管理技術の確立					②放射性物質挙動の出力運転依存性の評価、評価手法の検証					③ナトリウム蒸気等対応設計検証					④数サイクル燃焼燃料等の洗浄を通じた洗浄技術検証					①CT交換 (10Cy)		③VTフィルタ交換 (10Cy)	

参考資料3-1-4 ④プラント運転・保守技術 トラブル対応から得られる知見の集積による運転・保守技術の向上 (1/2)



参考資料3-1-4 ④プラント運転・保守技術 トラブル対応から得られる知見の集積による運転・保守技術の向上 (2/2)

細目	性能試験			2Cy		3Cy		4Cy		5Cy ~ 9Cy					10Cy以降								
	40%出力プラント確認試験	燃料交換	出力上昇試験第1サイクル	定期点検	第2サイクル	定期点検	第3サイクル	定期点検	第4サイクル	定期点検	第5点検	定期点検	第6点検	定期点検	第7点検	定期点検	第8点検	定期点検	第9点検	定期点検	第10点検	...	
「もんじゅ」工程案 (検討の前提条件)																							
①トラブル対応から得られる知見の集積による運転技術・保守技術の向上	知見の蓄積																						
期待される研究開発成果	①知見の運転技術・保守技術への反映																						

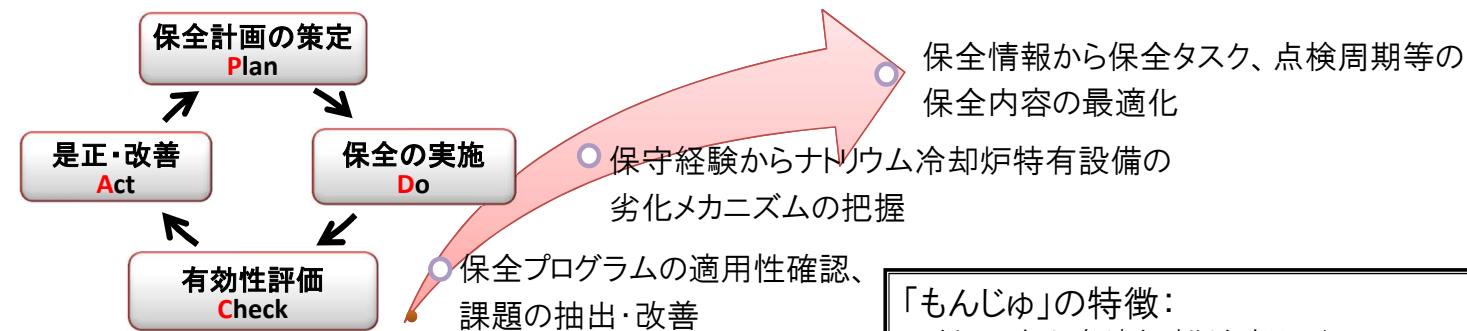
参考資料3-1-4 ④プラント運転・保守技術 高速増殖炉発電プラントの保守管理技術 (1/3)

●ナトリウム冷却炉用保全計画の開発及び保守管理システムの構築・整備

システム運転・保守を自ら行い、その経験を通じて成立性確認及び経験蓄積を実施する。また、運転初期における初期故障・トラブル(バグ出し)の経験・克服とその後の運転を経たランダム故障の経験・克服、それらを通じたナトリウム炉の特徴を活用した保全技術を確立する。

1. ナトリウム冷却炉用保全計画の開発

・ナトリウム冷却炉の特徴を踏まえた保全技術の確立



2. 保守管理システムの構築・整備

・点検、補修等の保全情報を蓄積・管理
・機器外形図等の設計情報、保守票等の故障情報、積算運転時間等の保全に有用な情報を集約

「もんじゅ」の特徴:

- ・低圧であり、急速な破断を生じにくい
- ・材料との共存性がよく、腐食を生じにくい
- ・熱応力によるクリープ・クリープ疲労が支配的な劣化
- ・バウンダリ開放時の空気混入防止が必要
- ・ナトリウム冷却炉に特有の機器が存在 (ナトリウム漏えいに対する設備、ポンプ、計装品など)

参考資料3-1-4 ④プラント運転・保守技術 高速増殖炉発電プラントの保守管理技術 (2/3)

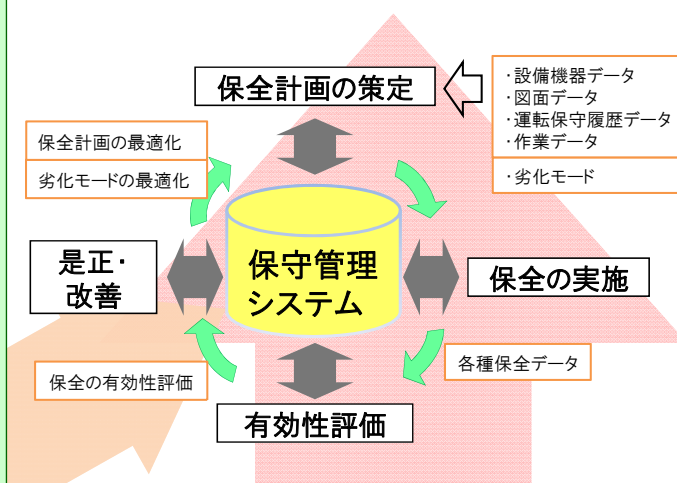
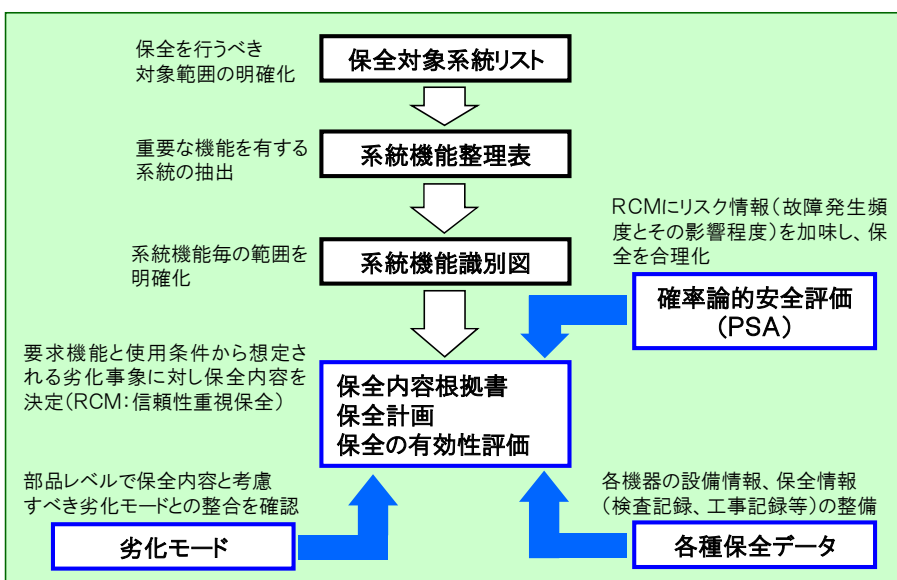
劣化モードの例(中間熱交換器)

機能達成に必要な項目	部位	材料	環境	経年劣化事象	保全項目
伝熱性能の確保	伝熱管	SUS304TB	Na	疲労(割れ) クリープ疲労	オーバフロータンク 液位計で監視
	外側 シュラウド	SUS304	Na	疲労(割れ) クリープ疲労	熱交換器出入口の 温度計で性能監視
	内側 シュラウド	SUS304	Na	疲労(割れ) クリープ疲労	熱交換器出入口の 温度計で性能監視

高速増殖炉保守管理技術へ反映

「もんじゅ」保守管理技術の確立

ナトリウム炉特有機器の保守/補修技術及び劣化モード/進展情報の蓄積



参考資料3-1-4 ④プラント運転・保守技術

高速増殖炉発電プラントの保守管理技術 (3/3)

細目	性能試験			2Cy		3Cy		4Cy		5Cy～9Cy					10Cy以降								
	40%出力プラント 確認試験	燃料 交換	出力上昇試験 第1サイクル	定期点検	第2 サイクル	定期点検	第3 サイクル	定期点検	第4 サイクル	定期 点検	第5 点検	定期 点検	第6 点検	定期 点検	第7 点検	定期 点検	第8 点検	定期 点検	第9 点検	定期 点検	第10 点検	...	
「もんじゅ」工程案 (検討の前提条件)																							
① ナトリウム冷却炉用 保全計画の開発	第1保全サイクル用保全計画(設計上の 劣化モードに応じた保全項目の検討)			運転・保守経験を通じた保全計画の検証・最適化(5回程度の定期点検)					運転中保全等の 適用・評価														
	損傷検知 技術の調査	基礎試験(クリープ・疲労検出法)		試行、改良			実機適用準備(試験計画、設備対応など)					実機適用、データ蓄積評価											
② 機器配管の予防保 全技術	監視対象 部位の調査	モニタリング計画の検討																					
	機器故障データの蓄積																						
③ 機器信頼性データ ベース整備	機器故障データの蓄積																						
期待される 研究開発成果				①設計上考慮すべき劣 化事象を踏まえた保 全タスクの検討結果 による点検計画作成				③5年程度の運転経験 を通じて蓄積された 機器故障データ		①運転経験に基づく劣化メカニズムの確 立・点検手法の根拠を含む合理的な 保全プログラム ②実機への適用性、有効性を確認した 予防保全技術及び課題 ③10年程度の運転経験を通じて蓄積さ れた機器故障データ													